

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: **05337662 A**

(43)Date of publication of
application: **21. 12 . 93**

(51)Int. Cl **B23K 26/00**
B23K 26/00
G01N 21/88
G01N 25/72

(21)Application number: **04171758**

(22)Date of filing: **04 . 06 . 92**

(71)Applicant: **MIYACHI TECHNOS KK**

(72)Inventor: **UMEYAMA KEIICHIRO**

(54)METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING
WELDING QUALITY

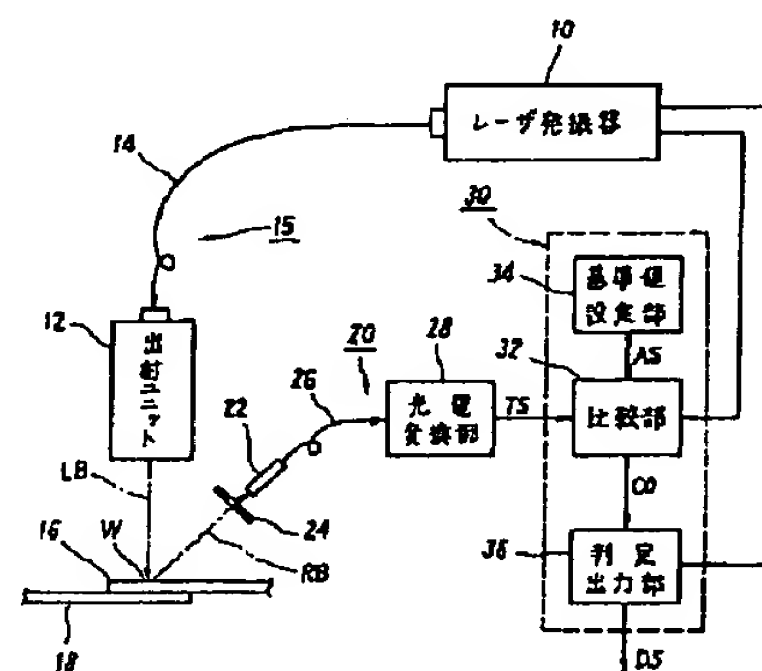
(57)Abstract:

PURPOSE: To easily obtain a determined result with high reliability in a short time on a welded result or the welding quality.

CONSTITUTION: A weld zone W is irradiated with a laser beam LB from a beam emitting unit 12 of a laser beam irradiating device 15, by which both metals (materials to be welded) 16 and 18 are molten and solidified, and joined mutually at that place. A part RB of infrared rays emitted from the vicinity of the weld zone W of the material 16 to be welded is made incident on a light receiving part 22 of an infrared sensor 20 through an optical filter 24, sent to a photoelectric conversion part 28 via an optical fiber 26 and converted into an electrical signal (temperature detection signal) TS here. In the determining device 34, a value (TS) of the temperature detection signal TS is compared with a reference value (AS) at a point of time after the lapse of a specified time from the

irradiation starting time or the irradiation completion time of the laser beam LB in a comparison part 32 and the determined result DS of the welding quality in accordance with a logical state of a compared result signal CO from the comparison part 32 is outputted from a determination output part 36.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-337662

(43)公開日 平成5年(1993)12月21日

(51)Int.Cl.⁵

B 2 3 K 26/00

G 0 1 N 21/88
25/72

識別記号

3 1 0

庁内整理番号

P 7425-4E

G 7425-4E

Z 8304-2J

E 6928-2J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5(全7頁)

(21)出願番号 特願平4-171758

(22)出願日 平成4年(1992)6月4日

(71)出願人 000161367

ミヤチテクノス株式会社

千葉県野田市二ツ塚95番地の3

(72)発明者 梅山 恵一郎

千葉県野田市二ツ塚95番地の3 ミヤチテ
クノス株式会社内

(74)代理人 弁理士 佐々木 聖孝

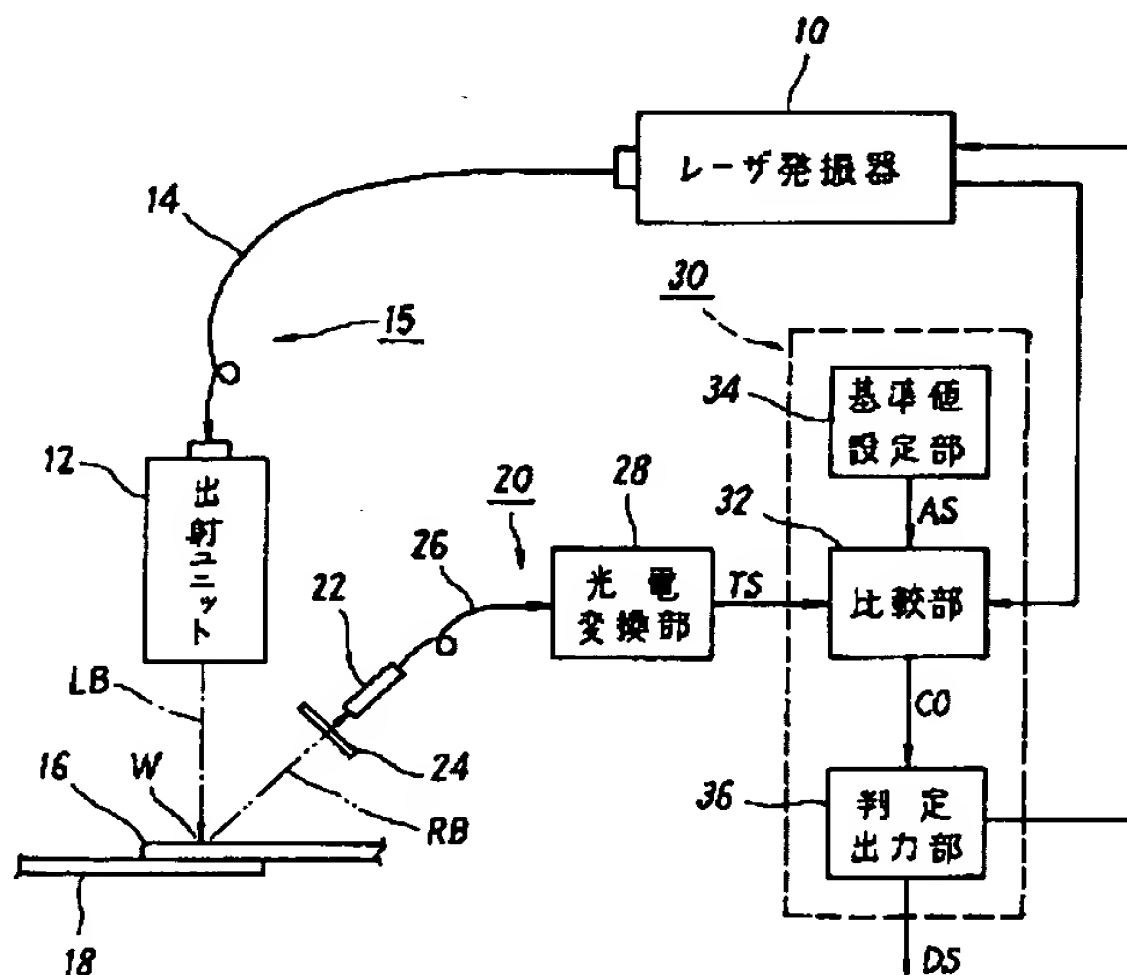
(54)【発明の名称】 溶接良否判定方法及び装置

(57)【要約】

〔目的〕溶接結果または溶接品質について信頼性の高い判定結果を短い時間で容易に得るようにする。

〔構成〕レーザ光照射装置15の出射ユニット12からのレーザ光LBが溶接部Wに照射することによって、その箇所で両金属(被溶接材)16、18が熔融凝固して互いに接合する。被溶接材16の溶接部W付近から放射された赤外線の一部RBは、光学フィルタ24を通過して赤外線センサ20の受光部22に入射し、光ファイバ26を介して光電変換部28に送られ、ここで電気信号

(温度検出信号)TSに変換される。判定装置34では、比較部32においてレーザ光LBの照射開始時刻または照射終了時刻から所定時間後の時点で温度検出信号TSの値[TS]が基準値ASと比較され、判定出力部36より比較部32からの比較結果信号COの論理状態に応じた溶接良否の判定結果DSが出力される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被溶接材の溶接部付近にレーザ光を照射する段階と、

前記レーザ光を照射された前記溶接部付近の温度の変化を検出する段階と、

前記検出された溶接部付近の温度変化に基づいて前記溶接部の溶接の良否を判定する段階と、を有することを特徴とする溶接良否判定方法。

【請求項 2】 前記レーザ光は、前記溶接部を溶接するためのレーザ光である請求項 1 に記載の溶接良否判定方法。 10

【請求項 3】 前記レーザ光は、既に溶接されている前記溶接部を加熱するためのレーザ光である請求項 1 に記載の溶接良否判定方法。

【請求項 4】 被溶接材の溶接部付近にレーザ光を照射するレーザ光照射手段と、

前記レーザ光を照射された前記溶接部付近の温度を検出する温度センサと、

前記温度センサより出力された温度検出信号の時間特性に基づいて前記溶接部の溶接の良否を判定する判定手段と、を具備することを特徴とする溶接良否判定装置。 20

【請求項 5】 前記温度センサは、前記被溶接材の溶接点付近より発せられる赤外線を受光し、前記溶接点付近の温度を表す温度検出信号を出力する赤外線センサからなることを特徴とする請求項 4 に記載の溶接良否判定装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 本発明は、溶接結果または溶接品質の良否を判定するための方法および装置に関する。 30

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 溶接は、被溶接材を加熱、熔融して冶金学的に凝固する接合法である。抵抗溶接およびアーク溶接が代表的な溶接法として活用されてきているが、最近ではレーザ溶接も急速に普及しつつある。

【 0 0 0 3 】 一般に、溶接の結果または品質の良否を判定する方法は、二つの方式に大別される。第 1 の方式は、溶接電流等の溶接条件をモニタして溶接の良否を判定する方式である。この方式では、一般に、設定通りまたは許容範囲内の溶接条件の下で溶接が実行されたときは溶接良好との判定結果を出し、溶接実行時に溶接条件が設定値または許容範囲内になかったときは溶接不良との判定結果を出す。第 2 の方式は、溶接が行われた後に被溶接材の溶接部の状態を検査して溶接の良否を判定する方式である。この方式には、溶接部を引っ張ったり曲げたりしてその強度を測定する破壊試験と、放射線または超音波等を用いて溶接部の欠陥を探索する非破壊試験とがある。 40

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】 上記第 1 の方式は、溶 50

接直後に溶接良否の判定結果を出すので、溶接不良の結果が出た場合は直ちに再溶接を行って不良の溶接品質を良好な溶接品質に修正できるという長所があるが、溶接部の状態を直接診るわけではないので、誤った判定を出すおそれがある。

【 0 0 0 5 】 上記第 2 の方式は、溶接部の状態を直接検査するので、第 1 の方式よりも信頼性の高い判定結果を得ることができる。しかし、試験のための特殊の治具、プローブ等を使用するため、被溶接材を溶接位置から移送して別の場所で試験を行わなければならない、再溶接を行うのが難しいという不都合がある。さらに、破壊試験は、抜き取り試験しかできないため、試験を行わない製品（被溶接材）についての品質保証が不十分となる欠点がある。また、従来の非破壊試験は、写真やプローブ等を用いるため、判定結果が出るまでに長時間を要するという不具合があった。

【 0 0 0 6 】 本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたもので、溶接結果または溶接品質についての信頼性の高い判定結果を短い時間で容易に得るようにした溶接良否判定方法および装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するために、本発明の溶接良否判定方法は、被溶接材の溶接部ないしその近傍（以下「溶接部付近」という）にレーザ光を照射する段階と、前記レーザ光を照射された前記溶接部付近の温度の時間的な変化を検出する段階と、前記溶接部付近の温度変化の特性に基づいて前記溶接部の溶接の良否を判定する段階とを有する方法とした。

【 0 0 0 8 】 また、本発明の溶接良否判定装置は、被溶接材の溶接部付近にレーザ光を照射するレーザ光照射手段と、前記レーザ光を照射された前記溶接部付近の温度を検出する温度センサと、前記温度センサより出力された温度検出信号の時間特性に基づいて前記溶接部の溶接の良否を判定する判定手段とを具備する構成とした。

【 0 0 0 9 】

【作用】 被溶接材の溶接部にレーザ光を照射すると、溶接部が熔融加熱または単に加熱され、その温度が急激に上昇する。この溶接部の温度がピーク値に達するまでの変化（立ち上がり）は、レーザ光の出力、被溶接材の材質、板厚等によって決まる。ピーク値に達した後の溶接部の温度の時間特性（立ち下がり特性）は、溶接の良否に関係している。すなわち、溶接部でナゲットが十分に拡大成長し、両被溶接材間に安定・強固な金属接合が形成されたときは、レーザ光を照射された表側の被溶接材から裏側の被溶接材への熱引き（熱伝導）が大きいため、表側被溶接材の温度は比較的大きな勾配で速く下がる。しかし、溶接部のナゲットの拡大成長が不十分で、両被溶接材間の金属接合が弱いときは、表側の被溶接材から裏側の被溶接材への熱引き（熱伝導）が小さいため、表側被溶接材の温度は比較的小さな勾配でゆっくり 50

と下がる。本発明では、上記のような溶接部の温度変化を赤外線センサ等の温度センサによって検出し、判定手段において基準値と比較して溶接良否の判定結果を出す。

【0010】

【実施例】以下、添付図を参照して本発明の実施例を説明する。図1は、本発明の一実施例による溶接良否判定装置の構成を示す。図1において、レーザ発振器10は、たとえばYAGレーザ装置であり、レーザ溶接に適した出力のレーザ光を出力する。レーザ発振器10より出力されたレーザ光は光ファイバ14を通して出射ユニット12に導かれる。出射ユニット12は、光ファイバ14の端面よりユニット内に入射したレーザ光をコリメータレンズによって平行光に変え、その平行光を集光レンズによって被溶接材16、18の溶接部（加工点）Wに集光せしめる。このようにして、出射ユニット12からのレーザ光LBが溶接部Wに照射することによって、その箇所で両金属（被溶接材）16、18が熔融凝固して互いに接合する。この実施例において、レーザ発振器10、出射ユニット12および光ファイバ14は、レーザ溶接を行うためのレーザ光照射装置15を構成している。

【0011】さて、この実施例では、出射ユニット12の側方の所定位置に赤外線センサ20の受光部22が配設される。赤外線センサ20は、この受光部22と、受光部22の手前に配設された光学フィルタ24と、受光部22に受光された赤外線を伝搬する光ファイバ26と、赤外線を電気信号に変換する光電変換部28とから構成される。

【0012】受光部22は、図示のように受光面を溶接部Wに向けた状態で適当な支持手段（図示せず）によって支持される。被溶接材16の溶接部W付近から放射された赤外線の一部RBは光学フィルタ24を介して受光部22に入射する。光学フィルタ24は、赤外線RBをほぼ100%通す一方で、YAGレーザ光LBをほぼ100%反射する。受光部22で受光された赤外線RBは、光ファイバ26を介して光電変換部28に送られ、ここで電気信号に変換される。光電変換部28には、赤外線の周波数が高いほど電圧レベルの高い電気信号に変換する赤外線感知素子回路が内蔵されている。全ての物体がそうであるように、被溶接材16は、その温度が高いほど周波数の高い赤外線を発する。したがって、光電変換部28の出力端子には、溶接部W付近の被溶接材16の温度に対応した電圧レベルを有する温度検出信号TSが得られる。

【0013】上記のようにして赤外線センサ20より出力された温度検出信号TSは、判定装置30の比較部32に与えられる。判定装置30は、比較部32の外に、基準値設定部34および判定出力部36を有する。基準値設定部34には、溶接良否判定のための基準値ASが

設定される。この基準値ASは、被溶接材16、18の材質、形状等の被溶接材側の条件、レーザ光LBの出力、照射時間等のレーザ光側の条件、さらにはユーザの希望する溶接品質等に応じて、溶接良否の経験値から適当な値に選ばれてよい。

【0014】比較部32は、レーザ発振器10のレーザ発振と同期して、たとえばレーザ光LBの照射開始時刻または照射終了時刻から所定時間後の時点で赤外線センサ20からの温度検出信号TSの値[TS]を基準値ASと比較し、その比較結果を二値信号COとして判定出力部36に与える。判定出力部36は、比較部32からの比較結果信号COの論理状態に応じて溶接良否の判定結果を出力する。判定出力部36より得られた判定出力信号DSは、警報装置または表示装置（図示せず）に与えられる。

【0015】次に、図2につき本実施例における溶接良否判定装置の作用を説明する。被溶接材16、18の溶接部Wに対しては、図2の(A)に示すように、レーザ溶接用のレーザ光LBが所定の出力P0で所定時間T0だけ照射される。そうすると、光電変換部28より得られる温度検出信号TSは、図2の(B)に示すように、レーザ光LBの照射時間中は急激に立ち上がり、レーザ光LBの照射が終了した後は次第に下がるような変化を示す。このような温度検出信号TSの時間特性は、溶接部Wにおける被溶接材16の温度の時間特性に対応している。一般に、レーザ光LBに対して溶接材16の温度は時間遅れがあにために、レーザ照射終了時刻tE後に信号TSはピーク値[TS]Pに達する。

【0016】ピーク値[TS]Pに達するまでの温度検出信号TSの時間特性（立ち上がり特性）は、溶接の良否に関係なくほぼ一定している。しかし、ピーク値に達した後の信号TSの時間特性（立ち下がり特性）は、溶接の良否に関係している。すなわち、レーザ光LBの照射により、溶接部Wでナゲットが十分に拡大成長し、両被溶接材16、18間に安定・強固な金属接合が形成されたときは、表側の被溶接材16から裏側の被溶接材18への熱引き（熱伝導）が大きいので、表側被溶接材16の温度は比較的大きな勾配で速く下がる。しかし、溶接部Wのナゲットの拡大成長が不十分で、両被溶接材16、18間の金属接合が弱いときは、表側の被溶接材16から裏側の被溶接材18への熱引き（熱伝導）が小さいため、表側被溶接材16の温度は比較的小さな勾配でゆっくりと下がる。

【0017】本実施例では、比較部32において、レーザ照射開始時刻tsまたは終了時刻tEから所定時間後の時刻tpで温度検出信号TSの値[TS]が基準値ASと比較され、[TS]<ASのときは“H”レベルの比較結果信号COが得られ、[TS]>ASのときは“L”レベルの比較結果信号COが得られる。判定出力部36は、比較結果信号COが“H”レベルのときは

「溶接良好」、「L」レベルのときは「溶接不良」の判定出力信号DMを発生する。

【0018】なお、「溶接不良」の判定出力信号DMを出すときは、レーザ発振部10に再溶接を行うための指令信号を与えるようにしてもよい。また、温度検出信号TSのピーク値[TS]Pの値からレーザ光照射装置15の異常事態あるいは被溶接材16、18側の異常事態を検出するようにしてもよい。

【0019】このように、所定のタイミング(tp)で温度検出信号TSの値[TS]を基準値ASと比較することによって、温度検出信号TSの時間特性を検出して溶接良否を判定することができる。しかし、他の方法を用いることも可能である。たとえば、温度検出信号TSを所定時間(tP)まで時間積分し、その積分値が所定の基準値より小さいときは溶接良好、大きいときは溶接不良と判定しても、上記と同様な判定結果が得られる。あるいは、温度検出信号TSがピーク値[TS]Pに達してから基準値ASに下がるまでの所要時間(tM)を求め、その所要時間(tM)を所定の基準値と比較することによっても、同様な判定結果が得られる。さらには、ピーク値[TS]P直後の温度検出信号TSの勾配(微分値)を検出することによっても、同様な判定結果が得られる。

【0020】また、図1の構成例では赤外線センサ20の受光部22を溶接部Wに近い位置に配設したが、図3および図4に示すように溶接部Wから離れた場所に配設することも可能である。

【0021】図3に示す構成例は、センサ受光部22を出射ユニット12に取付した例である。出射ユニット12内には2つのダイクロイックミラーが設けられ、第1のダイクロイックミラーによってレーザ発振器10からのレーザ光LBの光路が溶接部Wに向けてほぼ直角に曲げられ、第2のダイクロイックミラーによって溶接部Wからの赤外線RBがユニット12の一側面に取付したセンサ受光部20に向けてほぼ直角に曲げられるようになっている。また、溶接部Wから出射ユニット12に入った可視光は、第1および第2のダイクロイックミラーを透過してユニット上端に取付された撮像素子たとえばCCDセンサ40の受光面に結像するようになっている。

【0022】図4に示す構成例は、センサ受光部22をレーザ発振器10内に配設した例である。レーザ発振部10Aより出射されたレーザ光LBは、ダイクロイックミラー10Bでほぼ直角に光路を曲げられて入射ユニット10Cに入り、入射ユニット10Cから光ファイバ14および出射ユニット12を通して溶接部Wに照射するようになっている。溶接部Wより発せられた赤外線RBの一部は、出射ユニット12、光ファイバ14、入射ユニット10Cを通してレーザ発振器10内に入り、次にダイクロイックミラー10Bを通してセンサ受光部22に入射するようになっている。

【0023】なお、上述した構成例では、レーザ発振器10と光ファイバ14を介して結ばれた出射ユニット12よりレーザ光LBを被溶接材16、18の溶接部Wに照射するようにしたが、レーザ発振器10から出たレーザ光LBを直接溶接部Wに照射するようにしてもよい。

【0024】上述した実施例では、レーザ溶接直後に溶接良否の判定結果を出すので、溶接不良の結果が出た場合は直ちに再溶接を行って不良の溶接品質を良好な溶接品質に修正できる。しかも、電流等の溶接条件をモニタしてではなく、溶接部Wの温度変化を検出してその接合状態を直接診るので、信頼性の高い判定結果が得られる。また、溶接ライン上で溶接良否の判定を行うので、全ての溶接部Wについての判定すなわち全数検査が可能である。

【0025】また、本発明の溶接良否判定方法および装置は、上述したレーザ溶接以外の溶接たとえば抵抗溶接にも適用可能である。その場合、本発明の溶接良否判定装置を抵抗溶接機の付近に配設して抵抗溶接ラインに組み込むことも可能である。もっとも、通常は既に抵抗溶接の済んだ溶接部について溶接良否の判定が行われることになる。この場合のレーザ光は、溶接部Wを所定温度たとえば500°C程度まで加熱するために照射される。したがって、レーザ発振器10を低出力レーザ装置で構成してよい。このレーザ光を照射された一方の被溶接材(16)の温度は、急激に上昇してピーク値に達し、その後は溶接部Wの接合状態の良否に応じた勾配で下がる。このような溶接部Wの温度変化は赤外線センサ20によって検出され、判定装置30によって溶接の良否が判定される。

【0026】なお、本発明で用いるレーザ光は、任意の発振モードが可能であり、パルス発振によるレーザ光でも連続発振によるレーザ光であってもよい。また、検査の対象となる溶接部は点溶接に限るものではなく、たとえばシーム溶接や突き合わせ溶接等でも可能である。

【0027】また、レーザ光の照射による溶接部の温度変化を検出する温度センサとして、図5に示すように熱対42を使用することも可能である。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、被溶接材の溶接部付近にレーザ光を照射してその溶接部付近の温度の変化を検出し、その温度変化の特性に基づいて該溶接部の溶接の良否を判定するようにしたので、溶接良否について信頼性の高い判定結果を短時間で容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による溶接良否判定装置の構成を示す図である。

【図2】実施例における溶接良否判定装置の作用を説明するための図である。

【図3】実施例による溶接良否判定装置の一変形例の構

成を示す図である。

【図 4】実施例による溶接良否判定装置の別の変形例の構成を示す図である。

【図 5】実施例による溶接良否判定装置の他の変形例の構成を示す図である。

【符号の説明】

1 5 レーザ光照射装置

1 6, 1 8 被溶接材

W 溶接部

2 0 赤外線センサ

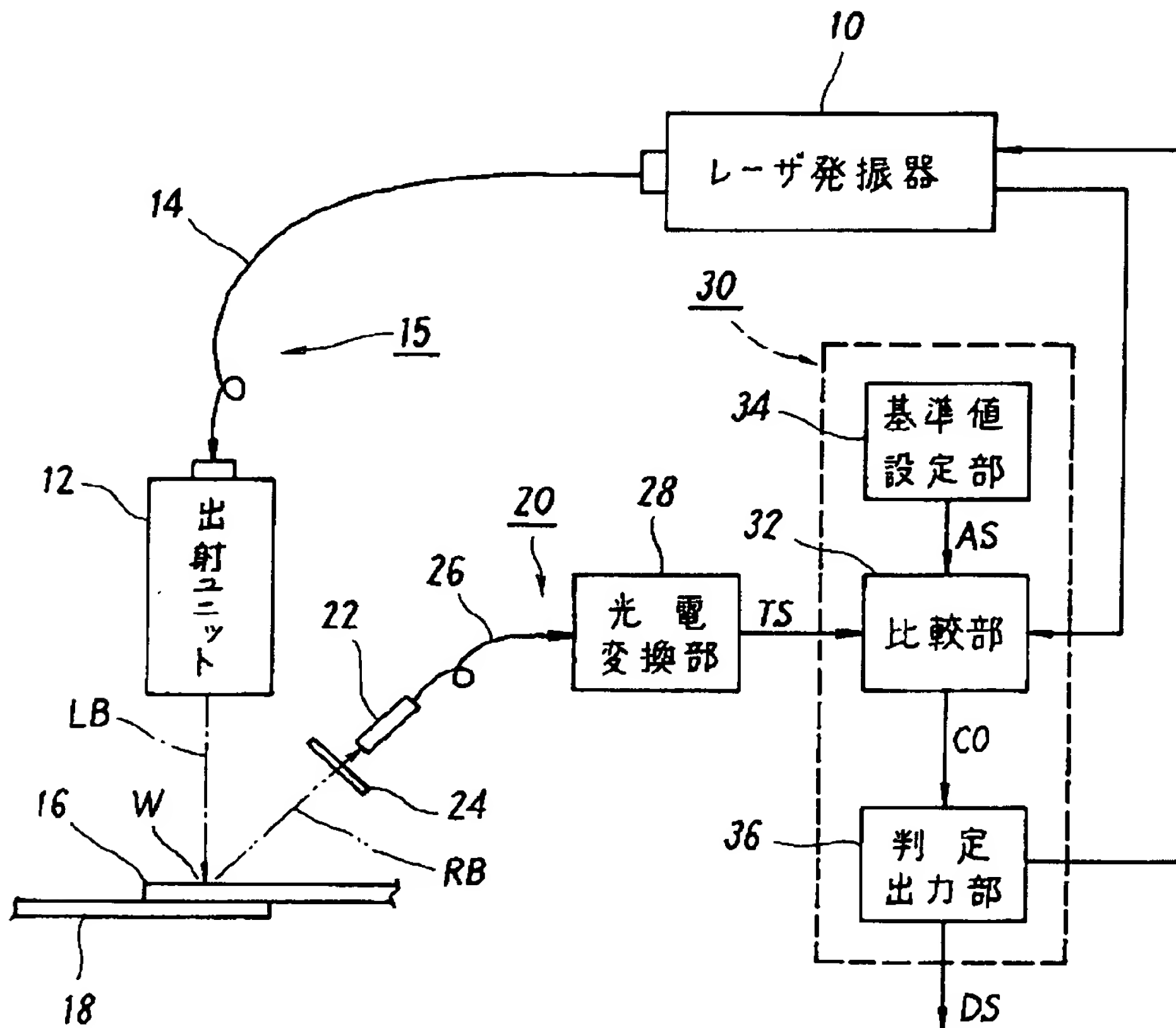
3 0 判定装置

3 2 比較部

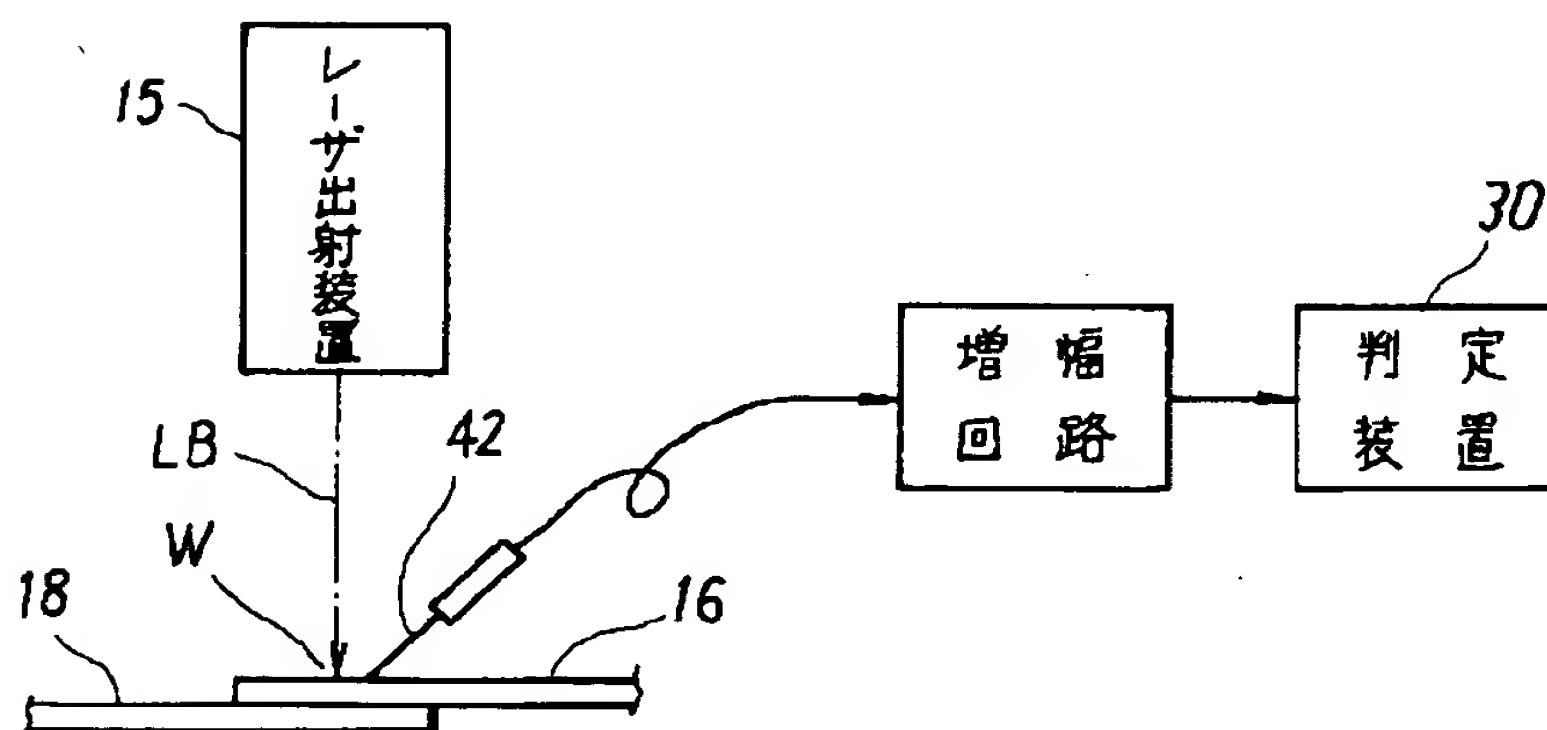
3 4 基準値設定部

3 6 判定出力部

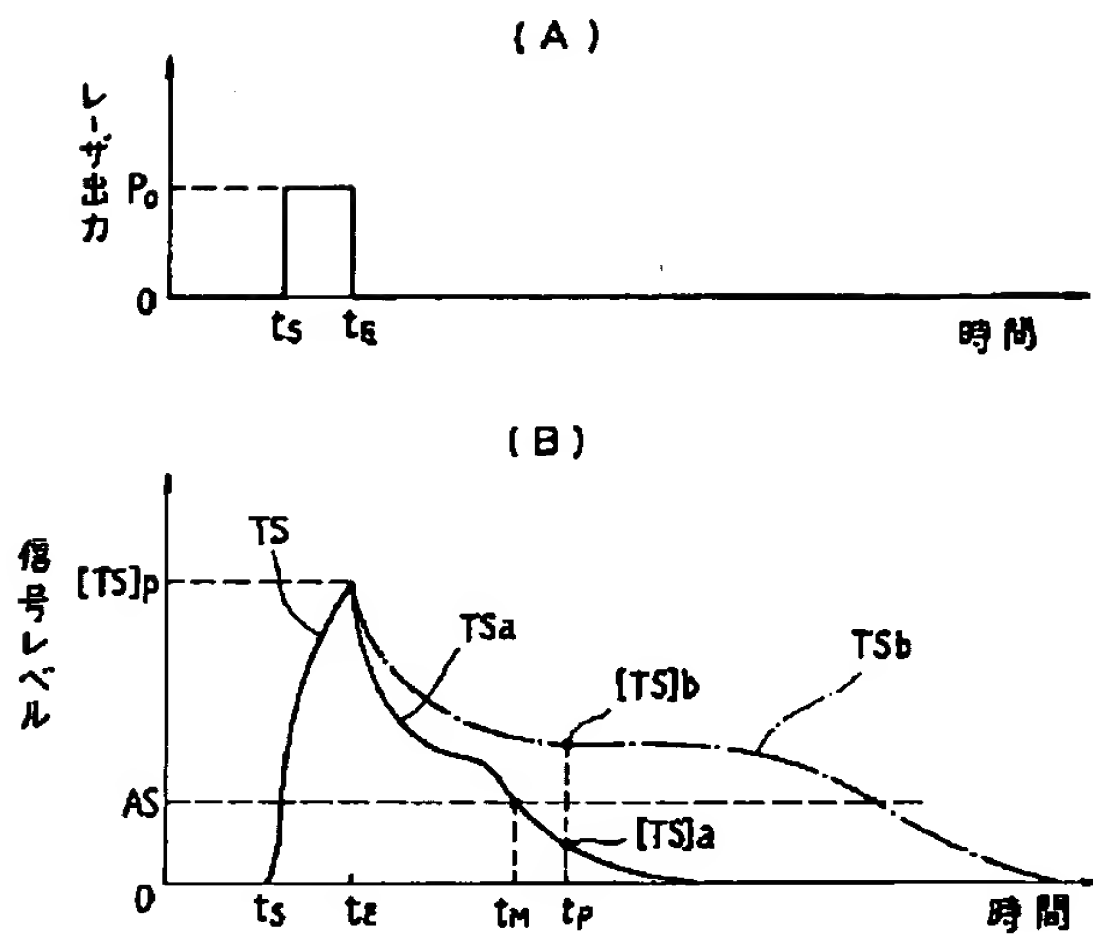
【図 1】



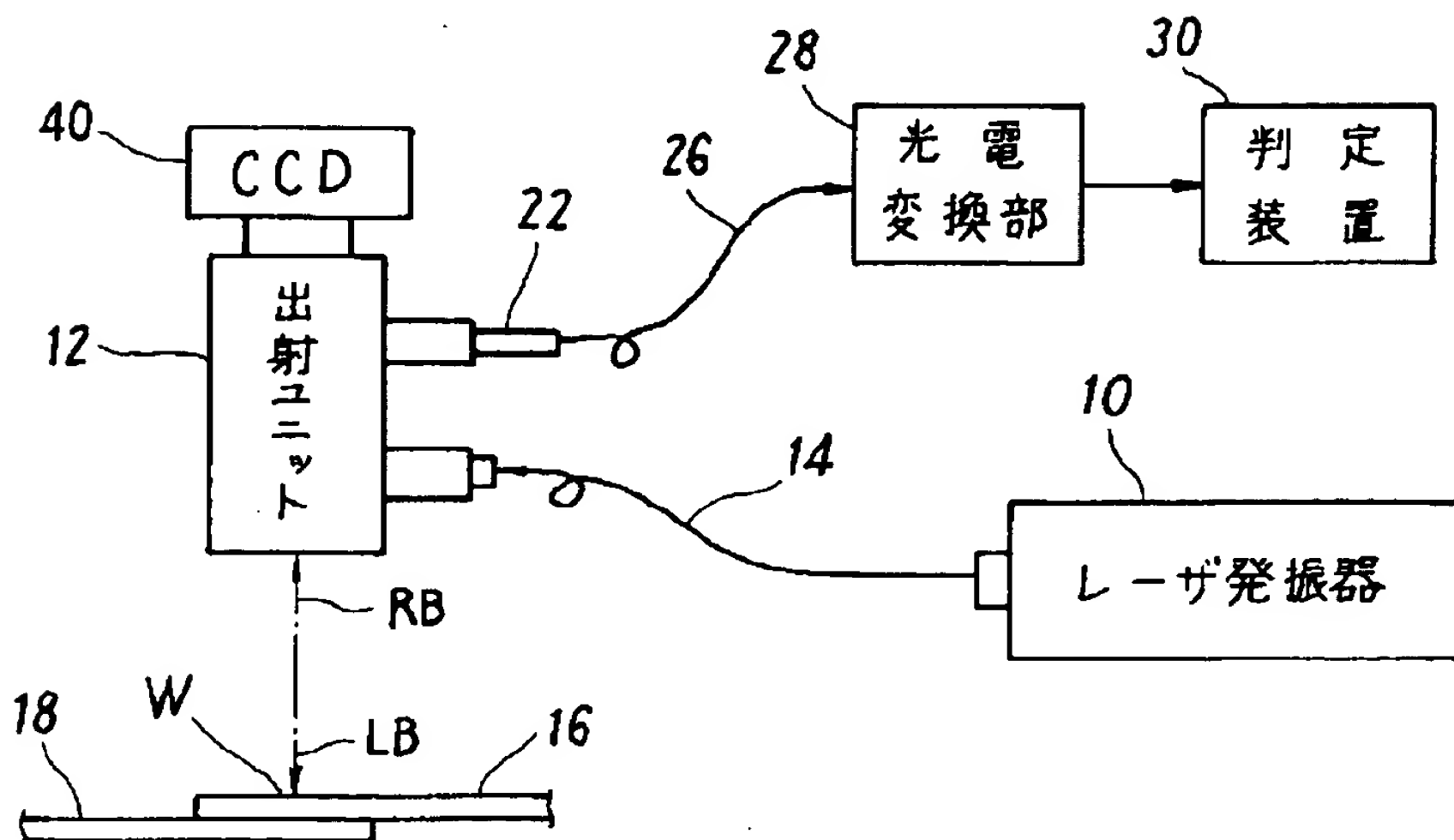
【図 5】



【図2】



【図3】



【図 4】

